Excellence scientifique • Protection et conservation des ressources • Bénéfices aux Canadiens
Scientific Excellence • Resource Protection & Conservation • Benefits for Canadians

Optimisation des campagnes d'échantillonnage: les programmes REGROUPE et PARTS

Pierre Gagnon

Direction des Sciences
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice-Lamontagne
C.P. 1000, 850, route de la Mer
Mont-Joli (Québec)
G5H 3Z4

1991

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques 1818

Pêches et Océans Fisheries and Oceans

Canada

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques

Les rapports techniques contiennent des renseignements scientifiques et techniques qui constituent une contribution aux connaissances actuelles, mais qui ne sont pas normalement appropriés pour la publication dans un journal scientifique. Les rapports techniques sont destinés essentiellement à un public international et ils sont distribués à cet échelon. Il n'y a aucune restriction quant au sujet; de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques du ministère des Pêches et des Océans, c'est-à-dire les sciences halieutiques et aquatiques.

Les rapports techniques peuvent être cités comme des publications complètes. Le titre exact paraît au-dessus du résumé de chaque rapport. Les rapports techniques sont résumés dans la revue *Résumés des sciences aquatiques et halieutiques*, et ils sont classés dans l'index annual des publications scientifiques et techniques du Ministère.

Les numéros 1 à 456 de cette série ont été publiés à titre de rapports techniques de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 457 à 714 sont parus à titre de rapports techniques de la Direction générale de la recherche et du développement, Service des pêches et de la mer, ministère de l'Environnement. Les numéros 715 à 924 ont été publiés à titre de rapports techniques du Service des pêches et de la mer, ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom actuel de la série a été établi lors de la parution du numéro 925.

Les rapports techniques sont produits à l'échelon régional, mais numérotés à l'échelon national. Les demandes de rapports seront satisfaites par l'établissement auteur dont le nom figure sur la couverture et la page du titre. Les rapports épuisés seront fournis contre rétribution par des agents commerciaux.

Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences

Technical reports contain scientific and technical information that contributes to existing knowledge but which is not normally appropriate for primary literature. Technical reports are directed primarily toward a worldwide audience and have an international distribution. No restriction is placed on subject matter and the series reflects the broad interests and policies of the Department of Fisheries and Oceans, namely, fisheries and aquatic sciences.

Technical reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report is abstracted in *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts* and indexed in the Department's annual index to scientific and technical publications.

Numbers 1–456 in this series were issued as Technical Reports of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 457–714 were issued as Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, Research and Development Directorate Technical Reports. Numbers 715–924 were issued as Department of Fisheries and the Environment, Fisheries and Marine Service Technical Reports. The current series name was changed with report number 925.

Technical reports are produced regionally but are numbered nationally. Requests for individual reports will be filled by the issuing establishment listed on the front cover and title page. Out-of-stock reports will be supplied for a fee by commercial agents.

92-00726/

ERRATA

p. 6, ligne 20

Le nom d'une espèce est limité à 14 caractères.

p. 7, ligne 29

L'attribut /ESPECES de la commande SELECTIONNER n'admet pas de code d'espèce comme valeur mais plutôt le nom de l'espèce. Il faut donc lire [/ESPECES=(*nom*, ...)].

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1991
N° de cat. Fs 97-6/1818F ISSN 0706-6570

On devra citer cette publication comme suit:

Gagnon, P. 1991. Optimisation des campagnes d'échantillonnage: les programmes REGROUPE et PARTS. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1818 : iii + 20 p.

Rapport technique canadien
des sciences halieutiques et aquatiques 1818

1991

Optimisation des campagnes d'échantillonnage: les programmes REGROUPE et PARTS

par

Pierre Gagnon

Direction des Sciences
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice-Lamontagne
C.P. 1000, 850, route de la Mer
Mont-Joli (Québec)
G5H 3Z4

Résumé

Gagnon, P. 1991. Optimisation des campagnes d'échantillonnage: les programmes REGROUPE et PARTS. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1818 : iii + 20 p.

Une revue des connaissances statistiques appliquables aux plans d'échantillonnage par chalutage est présentée. Deux outils permettant d'optimiser les plans d'échantillonnage sont décrits. Le programme REGROUPE permet de déterminer des taux d'échantillonnage optimaux pour des groupes de régions homogènes. Le programme PARTS permet de calculer le nombre optimal de traits à allouer dans chaque région en tenant compte des contraintes spécifiées par l'utilisateur. Il permet également de surveiller l'évolution statistique de l'échantillonnage.

Abstract

Gagnon, P. 1991. Optimisation des campagnes d'échantillonnage: les programmes REGROUPE et PARTS. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1818 : iii + 20 p.

A review of the statistical theory pertaining to trawl survey sampling plans is presented. Two tools for the optimization of survey design are described. The REGROUPE program finds optimal sampling fractions for groups of homogeneous regions. The PARTS program calculates the optimum number of sets to be allocated to each region within user-specified constraints. It also allows the monitoring of the statistical evolution of the survey.

LA PLANIFICATION DES CAMPAGNES D'ÉCHANTILLONNAGE

Chaque année, le ministère des Pêches et des Océans (MPO) effectue des campagnes d'échantillonnage par chalutage dans les eaux de sa juridiction. Ces campagnes visent à mieux connaître les ressources marines chalutables et à estimer l'abondance de certaines espèces commerciales (Halliday et Koeller 1981).

L'échantillonnage aléatoire est la seule technique qui permette d'obtenir une estimation de l'abondance juste, assortie d'une erreur d'échantillonnage estimable. La précision des estimations obtenues par échantillonnage aléatoire en milieu hétérogène peut être grandement améliorée en divisant la surface à étudier en plusieurs strates, chaque strate étant constituée d'une ou de plusieurs régions semblables.

Du point de vue statistique, la planification de campagnes d'échantillonnage couvrant de grandes surfaces comporte deux problèmes importants. Il faut décider

- quelles régions de la surface à échantillonner constituent des habitats homogènes et
- quel effort doit être fourni dans chaque région pour optimiser la précision des quantités estimées, en tenant compte des ressources disponibles.

Les régions retenues comme solutions au premier problème sont généralement connexes mais ce n'est pas nécessaire. Le critère d'homogénéité le plus souvent retenu pour les campagnes de chalutage est la profondeur: les isobathes délimitent les contours des régions. Le type de fond et les caractéristiques des masses d'eau peuvent aussi servir à définir les régions.

Le nombre de stations d'échantillonnage dans chaque région doit être déterminé de façon optimale. Pour obtenir une bonne représentation de toutes les espèces chalutables, il faudrait effectuer dans chaque région un nombre de traits de chalut proportionnel à la surface de la région. Par contre, puisque certaines espèces sont plus importantes économiquement que d'autres et que l'estimation de leur abondance est prioritaire, il vaut mieux allouer plus de traits aux endroits où la variabilité de leur abondance est la plus grande.

VARIANCE STRATIFIÉE

La surface à étudier est divisée en L strates disjointes dont l'union couvre toute la surface. La quantité Y est mesurée à n_h stations de la strate h choisies au hasard. À partir des n_h mesures y_{hi} faites dans la strate h, la moyenne et la variance de Y pour la strate h sont estimées respectivement par

$$\bar{y}_h = \frac{1}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} y_{hi}$$

et

$$s_h^2 = \frac{1}{n_h - 1} \sum_{i=1}^{n_h} (y_{hi} - \bar{y}_h)^2$$

La moyenne globale stratifiée de la quantité Y est estimée par

$$\bar{y}_{st} = \sum_{h=1}^{L} W_h \bar{y}_h$$

où $W_h = A_h/A$ est le poids de la strate h, c'est-à-dire le rapport de la surface de la strate A_h sur la surface totale A. La variance de $\bar{y}_{st}$ est estimée sans biais par

$$v(\bar{y}_{st}) = \sum_{h=1}^{L} \left(\frac{1}{n_h} - \frac{a}{A_h} \right) W_h^2 s_h^2 \qquad (1)$$

où a est la surface couverte par un trait de chalut. Le terme a/A_h représente la correction de population finie. Sa présence est nécessaire pour que $v(\bar{y}_{st}) = 0$ lorsque $n_h = A_h/a$, c'est-à-dire lorsque toutes les stations de la strate sont échantillonnées et que la vraie moyenne est connue. Normalement, lorsque la fraction échantillonnée est faible, la correction de population finie est négligeable.

ALLOCATION OPTIMALE

Lorsque les corrections de populations finies peuvent être ignorées, comme c'est le cas pour les campagnes d'échantillonnage du MPO, l'allocation de n traits parmi L strates qui minimise la variance est

$$n_h^{opt} = n\frac{W_h S_h}{\sum_{j=1}^{L} W_j S_j}, \quad h = 1, \ldots, L \qquad (2)$$

(allocation de Neyman-Tschuprow) où S_h est la variance réelle de Y dans la strate h. Avec ces valeurs de n_h^{opt}, la variance de la moyenne stratifiée devient

$$V(\bar{y}_{st}) = \frac{1}{n}\left(\sum_{h=1}^{L} W_h S_h\right)^2 - \frac{1}{N}\sum_{h=1}^{L} W_h S_h^2 \qquad (3)$$

La vraie variance des strates n'est jamais connue au moment où il faut choisir une allocation initiale. Une allocation presque optimale peut être obtenue en utilisant les résultats des campagnes antérieures.

EFFICACITÉ DU PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE

Il est possible d'estimer l'efficacité d'un plan d'échantillonnage par rapport à un échantillonnage aléatoire simple de même taille n (Cochran 1977, p. 136-137, Sukhatme *et al.* 1984, p. 128-130). Soit $V_a(\bar{y})$ la variance de l'estimateur de la moyenne pour un échantillonnage aléatoire simple et $V_{st}(\bar{y}_{st})$ la variance de l'estimateur de la moyenne avec échantillonnage aléatoire stratifié, alors la diminution de la variance de la moyenne imputable au plan d'échantillonnage comporte une composante due à la stratification et une composante due à l'allocation

$$V_a(\bar{y}) - V_{st}(\bar{y}_{st}) = \Delta_{strat} + \Delta_{alloc}$$

où

$$\Delta_{strat} = \frac{A - na}{A - a} \cdot \frac{1}{n}\sum_{h=1}^{L} W_h(\bar{Y}_h - \bar{Y})^2$$

et

$$\Delta_{alloc} = \frac{A - na}{A - a} \cdot \frac{1}{n}\sum_{h=1}^{L}\left(W_h - \frac{a}{A}\right) S_h^2 - \sum_{h=1}^{L}\left(\frac{W_h}{n_h} - \frac{a}{A}\right) W_h S_h^2$$

Pour un échantillon de taille n, la variance de la moyenne stratifiée est estimée par l'équation 1 et la variance de la moyenne qui aurait été obtenue par échantillonnage simple de même taille peut être estimée par

$$v(\bar{y}) = \frac{A - na}{A - a} \cdot \frac{1}{n}\left\{\sum_{h=1}^{L} W_h(\bar{y}_h - \bar{y}_{st})^2 + \sum_{h=1}^{L} W_h s_h^2\left[1 - \frac{1}{n_h} - \frac{a}{A} + \frac{W_h}{n_h}\right]\right\}$$

ce qui permet, en utilisant l'équation 1, d'estimer le gain de précision

$$v(\bar{y}) - v(\bar{y}_{st}) = \hat{\Delta}_{strat} + \hat{\Delta}_{alloc}$$

où

$$\hat{\Delta}_{strat} = \frac{A - na}{A - a} \cdot \frac{1}{n}\left\{\sum_{h=1}^{L} W_h(\bar{y}_h - \bar{y}_{st})^2 - \sum_{h=1}^{L}(1 - W_h)\left(\frac{W_h}{n_h} - \frac{a}{A}\right) s_h^2\right\}$$

et

$$\hat{\Delta}_{alloc} = \sum_{h=1}^{L}\left[\frac{W_h A - a}{n(A - a)} + \frac{a^2(1 - W_h)}{A(A - a)} - \frac{W_h^2}{n_h}\right] s_h^2$$

L'efficacité relative d'un plan d'échantillonnage est définie comme

$$E_p = \frac{v(\bar{y}) - v(\bar{y}_{st})}{v(\bar{y})} \times 100 \qquad (4)$$

LE NOMBRE DE STRATES

L'expérience démontre que l'utilisation d'un trop grand nombre de strates peut faire augmenter la variance d'estimation. En effet, la formation des strates est nécessairement basée sur une variable auxiliaire X imparfaitement corrélée avec la variable Y qui nous intéresse. La stratification n'est utile que dans la mesure où les variances intra-strates sont plus faibles que les variances inter-strates. A moins que ρ_{XY}, la corrélation entre X et Y soit plus grande que 0.95, il est inutile de diviser le domaine d'échantillonnage en plus de 6 strates (Cochran 1977, p. 133).

L'utilisation d'un plus petit nombre de strates permet plus de flexibilité lors de l'allocation des traits. Cette flexibilité permet de faire une allocation des traits dans les strates plus conforme à l'allocation optimale. C'est surtout de l'allocation et non de la stratification que provient le gain de fiabilité des estimations (Gavaris et Smith 1987).

LA FORMATION DES STRATES

La formation d'un petit nombre de strates sur une surface divisée en un grand nombre de régions peut s'effectuer en choisissant une partition de l'ensemble des régions. Si l'hypothèse de l'homogénéité des régions est juste, ces strates seront presque optimales.

Parmi l'ensemble des partitions de cardinalité L possibles de l'ensemble des régions existantes $\mathcal{P}^L = \{\mathcal{P}_i^L\}$, il faut trouver une partition $\mathcal{P}_{opt}^L$ qui minimise la variance attendue pour une allocation optimale

$$\begin{aligned} & \underset{\mathcal{P}_i^L \in \mathcal{P}^L}{\text{Min}} \quad V_i(\bar{y}_{st}) \\ = & \underset{\mathcal{P}_i^L \in \mathcal{P}^L}{\text{Min}} \quad \frac{1}{n}\left(\sum_{h=1}^{L} W_{ih} S_{ih}\right)^2 \\ \Leftrightarrow & \underset{\mathcal{P}_i^L \in \mathcal{P}^L}{\text{Min}} \quad \sum_{h=1}^{L} W_{ih} S_{ih} \end{aligned} \tag{5}$$

La partition $\mathcal{P}_{opt}^L$ définit L groupes de régions qui ne sont pas nécessairement connexes. Chaque groupe constitue une strate à laquelle peut être associée un taux d'échantillonnage optimal.

Ce problème peut être résolu en remplaçant S_{ih} par l'estimation s_{ih}, calculée à l'aide des résultats des campagnes précédentes.

ALLOCATION OPTIMALE AVEC CONTRAINTES

L'allocation des traits dans les strates est parfois sujette à des contraintes qui l'éloignent de l'optimalité. Par exemple, il est possible que l'on veuille échantillonner au moins une fois dans chaque région pour pouvoir suivre l'évolution des espèces non-commerciales. On pourrait aussi vouloir limiter le nombre de traits dans une région donnée à cause du coût élevé ou du risque que représente le chalutage dans cette région.

Soit n_h^* , $h = 1, \ldots, L$ le nombre de stations prévues et n_h' , $h = 1, \ldots, L$ le nombre effectivement échantillonnées dans les L strates. L'augmentation relative de la variance encourue par les écarts $n_h^* - n_h'$ est (Cochran, 1977, p. 116)

$$\frac{V'(\bar{y}_{st}) - V^*(\bar{y}_{st})}{V^*(\bar{y}_{st})} = \frac{1}{n}\sum_{h=1}^{L} \frac{(n_h^* - n_h')^2}{n_h'}$$

Pour un nombre donné de traits, le problème d'allocation optimale avec contraintes peut donc s'écrire

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & \sum_{h=1}^{L} \frac{(n_h^* - n_h')^2}{n_h'} \\ \text{Sujet à:} \quad & n_h^{min} \le n_h' \le n_h^{max} \quad h = 1, \ldots, L \\ & \sum_{h=1}^{L} n_h' = n \\ & n_h' \text{ entier} \qquad h = 1, \ldots, L \end{aligned} \tag{6}$$

Ce problème est convexe sur les nombres réels, donc

toute solution entière qui est un minimum local est aussi un minimum global.

LE PROGRAMME REGROUPE

Le programme REGROUPE trouve une solution au problème (5), c'est-à-dire le regroupement de régions qui minimise la variance attendue avec allocation optimale à partir de données d'abondance.

ENTRÉES

Le programme lit le fichier OBSERVATIONS qui contient un numéro de région et une abondance sur chaque ligne ainsi que le fichier REGIONS qui contient un numéro de région et un poids (la surface de la région par exemple) sur chaque ligne.

SORTIES

Le programme écrit le fichier GROUPES qui contient sur chaque ligne un numéro de région, le numéro de strate dont la région fait partie, l'allocation optimale pour la strate, le poids relatif de la strate et son poids absolu. Un rapport est aussi écrit sur la sortie standard, lequel donne une description des données qui ont été lues, une description des meilleurs regroupements rencontrés et une description plus détaillée du meilleur regroupement.

MÉTHODE

La solution au problème (5) est trouvée par recherche exhaustive si la taille du problème le permet. Si le nombre de regroupements à considérer est trop grand ($> 10,000,000$), une méthode heuristique est utilisée. Cette heuristique repose sur le fait que la moyenne et la variance d'échantillons provenant de distributions asymétriques sont corrélées et que les moyennes sont mieux estimées que les variances. Les régions de moyenne semblables auront donc tendance à avoir des variances semblables et par conséquent à se retrouver dans les mêmes strates. La recherche est donc restreinte aux groupements formés de régions dont les moyennes sont consécutives, ce qui réduit grandement le nombre de groupements à considérer.

Ce programme fonctionne sur ordinateur VAX sous VMS.

LE PROGRAMME PARTS

Le programme PARTS est un outil d'aide à l'échantillonnage stratifié. Il est conçu pour pouvoir être utilisé sur un bateau durant une campagne d'échantillonnage. Il permet de suivre l'évolution des résultats de l'échantillonnage, région par région et strate par strate. Il permet aussi de recalculer l'allocation des stations dans les régions, en tenant compte des objectifs initiaux et des nouvelles contraintes.

NOTATION

Dans la description des commandes de PARTS, les éléments syntaxiques fixes figurent en majuscule et les éléments syntaxiques variables, en minuscule. Les éléments optionnels sont entre crochets [ ], lesquels ne font pas partie de la commande. Lorsqu'un élément peut être répété, il est suivi de points de suspension (...).

SYNTAXE DES COMMANDES

Les commandes de PARTS débutent par un verbe suivi de paramètres positionnels et d'attributs. Les attributs débutent par le caractère barre oblique (/) et peuvent être spécifiés dans n'importe quel ordre après le verbe. Les lettres majuscules et minuscules peuvent être employées indifféremment. La syntaxe générale d'une commande de PARTS est:

verbe [*paramètre*] ... [/*attribut*] ...

Lorsqu'un paramètre admet une liste de valeurs, il faut séparer celles-ci par des virgules. Lorsqu'un attribut admet une liste de valeurs, il faut mettre celle-ci entre parenthèses et séparer les valeurs par des

virgules; les parenthèses ne sont pas nécessaires si on ne spécifie qu'une seule valeur. Les valeurs qui comportent des espaces ou des caractères de ponctuation doivent être entourées de guillemets (") . Les verbes, attributs et mots-clés peuvent être abrégés. On peut continuer une commande sur la ligne suivante en la terminant par un tiret (-). Les lignes vides et les commandes qui débutent par un astérisque ou un point d'exclamation sont ignorées.

Voici quelques exemples de commandes:

```
message "Croisière ""Hiver 90""."-
"statistiques"

stat /groupes /var=(nomb,biom)

liste strate,espece
```

COMMANDES DE BASE

Le programme PARTS fonctionne présentement sur les machines IBM-PC sous MS-DOS et sur les machines VAX sous VMS. Le programme s'appelle par:

PARTS [*fichier de commandes*]

Si le *fichier de commandes* est spécifié, il sera lu et exécuté; autrement les commandes seront lues interactivement. La commande **AIDE** donne la liste des commandes disponibles et **AIDE** *commande* décrit brièvement une commande et sa syntaxe.

Pour quitter le programme, les commandes **EXIT** et **QUITTER** sont synonymes.

Le programme PARTS utilise 3 voies de sortie:

- La sortie *journal* informe l'usager de l'effet de ses commandes.
- La sortie *rapport* contient les résultat écrits des commandes.
- La sortie *erreurs* averti l'usager des erreurs qui sont rencontrées.

Lorsque PARTS est appelé avec un fichier de commandes, les sorties de journal et de rapport sont dirigées vers des fichiers dont les noms sont les mêmes que celui du fichier de commandes mais avec l'extension **.LOG** et **.LIS** respectivement. Si PARTS est appelé sans fichier de commande, les sorties de journal et de rapport se font à l'écran. La sortie d'erreurs se fait toujours à l'écran.

La commande:

JOURNAL [*fichier*]

permet de rediriger la sortie journal vers le *fichier* ou à l'écran si le *fichier* n'est pas spécifié.

La commande:

RAPPORT [*fichier*]

permet de rediriger la sortie rapport vers le *fichier* ou vers l'écran si le *fichier* n'est pas spécifié.

Un fichier de commande externe peut être appelé par la commande:

INCLURE [*fichier de commande*]

ou la commande:

ENCHAINER [*fichier de commande*]

INCLURE poursuit la lecture du fichier courant lorsque se termine le fichier externe. Un fichier de commande externe peut aussi contenir la commande **INCLURE** 5 niveaux de lecture sont ainsi permis. **ENCHAINER** abandonne la lecture du fichier courant et débute la lecture du fichier externe sans créer un nouveau niveau de lecture. Si aucun fichier externe n'est spécifié, c'est le clavier qui sera lu. La commande **EXIT** ou **QUITTER** ou la fin du fichier termine le niveau de lecture courant.

La commande **VERSION** permet d'obtenir la description de la version du programme qui est utilisée. La commande:

MESSAGE [*texte*], ...

où *texte* est une chaîne entre guillemets, permet d'envoyer un message à l'écran; elle est surtout utile dans les fichiers de commandes.

ENTRÉE ET SORTIE DES DONNÉES

Les fichiers de données peuvent être lus à l'aide de la commande:

LIRE *item fichier*

où *item* peut prendre une des valeurs: STRATES, REGIONS, ESPECES, TRAITS ou DEFINITIONS et *fichier* indique le nom du fichier. Les lignes de données sont lues en format libre, c'est-à-dire que les champs doivent être séparés les uns des autres par au moins un espace. Les lignes vides et les lignes qui débutent par un astérisque ou un point d'exclamation sont ignorées. Les lignes de continuation ne sont pas permises dans les fichiers de données.

Dans la description des fichiers de données suivants, les valeurs par défaut des champs optionnels sont entre crochets.

Chaque ligne du fichier de définition des espèces doit contenir:

code	: un numéro de code entre 1 et 9999
nom	: un nom de 15 caractères maximum (il sera converti en majuscules)

Chaque ligne du fichier de définition des strates doit contenir:

numéro	: un nombre entre 1 et 99
allocation	: proportion de l'effort d'échantillonnage à allouer dans la strate

Chaque ligne du fichier de définition des régions doit contenir:

numéro	: un nombre entre 1 et 999
surface	: la surface de la région
strate	: la strate qui contient cette région [1]
traits max	: le nombre de traits maximum à effectuer dans cette région [9999]
traits min	: le nombre de traits minimum à effectuer dans cette région [0]

Chaque ligne du fichier de description des traits doit contenir:

numéro	: un nombre entre 1 et 999
strate	: le numéro de la strate où le trait a été effectué
espèce	: le code d'une espèce
capture	: le poids de la capture pour cette espèce dans ce trait
nombre	: le nombre de poissons de cette espèce qui furent capturés dans ce trait qui furent mesurés
poids nombre	: le poids total des poissons de cette espèce qui furent capturés dans ce trait et mesurés
distance	: la distance échantillonnée lors de ce trait [distance du trait standard]

Le fichier des définitions globales comporte une seule ligne de données qui contient:

distance trait	: la distance que couvre un trait standard
largeur engin	: la largeur échantillonnée par l'engin de pêche
surface trait	: la surface couverte par un trait standard
total traits	: le nombre total de traits à effectuer dans cette campagne
allocation minimum	: le nombre minimum de traits à allouer dans chaque région [0]

Les données modifiées peuvent être écrites sur un fichier à l'aide de la commande:

ECRIRE *item fichier* [/SELECTIONNE]

où *item* et *fichier* ont la même signification que pour la commande LIRE. L'option /SELECTIONNE transforme les données non sélectionnées (voir le paragraphe **Manipulation des données** plus loin) en commentaires.

Les fichiers de données écrits par PARTS sont documentés. Ils comportent une entête qui identifie le programme PARTS et la version utilisée ainsi qu'une description du contenu des lignes.

MANIPULATION DES DONNÉES

Les données peuvent être créées et manipulées à l'aide des commandes de PARTS. La création des définitions et des descriptions de traits peut se faire de deux façons : par la lecture de fichiers de données (voir la section Entrée et Sortie des données) ou par l'usage des commandes **STRATE**, **REGION**, **ESPECE**, **TRAIT** et **DEFINIR**. Une fois créées, les données peuvent être modifiées à l'aide des commandes de PARTS.

Toutes les données sauf les définitions globales peuvent être sélectionnées ou rejetées. Seules les données sélectionnées sont utilisées dans les calculs. Par défaut, toutes les données sont sélectionnées.

Les commandes **SELECTIONNER**, **AJOUTER** et **ENLEVER** permettent de faire la sélection des données.

Par exemple, afin que les calculs soient faits pour les espèces dont les codes sont 794 et 438 il faut faire:

```
SELECT /ESP=(794,438)
```

et pour recalculer les statistiques en omettant le trait numéro 125 il faut faire:

```
ENLEVER /TR=125
STAT
```

La commande:

SELECTIONNER [/ESPECES=(*code*, ...)] -
[/STRATES=(*numéro*, ...)] -
[/REGIONS=(*numéro*, ...)]-
[/TRAITS=(*numéro*, ...)]

permet de recommencer la sélection des données pour les attributs qui sont spécifiés.

La commande:

AJOUTER [/ESPECES=(*code*, ...)] -
[/STRATES=(*numéro*, ...)] -
[/REGIONS=(*numéro*, ...)] -
[/TRAITS=(*numéro*, ...)]

permet de sélectionner des données supplémentaires pour les attributs qui sont spécifiés.

La commande:

ENLEVER [/ESPECES=(*code*, ...)] -
[/STRATES=(*numéro*, ...)] -
[/REGIONS=(*numéro*, ...)] -
[/TRAITS=(*numéro*, ...)]

permet de rejeter des données pour les attributs qui sont spécifiés.

La définition d'une strate peut être créée ou modifiée avec la commande:

STRATE *numéro* -
[/ALLOCATION=*proportion*]

Si aucune strate portant ce *numéro* n'est connue, une nouvelle est créée. Sinon, la définition de la strate est modifiée.

La définition d'une région peut être créée ou modifiée avec la commande:

REGION *numéro* [/SURFACE=*surface*] -
[/STRATE=*no de strate*] -
[/MIN_TRAITS=*minimum*] -
[/MAX_TRAITS=*maximum*]

Si aucune région portant ce *numéro* n'est connue, une nouvelle est créée. Sinon la définition de la région est modifiée.

La définition d'une espèce peut être créée ou modifiée avec la commande:

ESPECE /CODE=*numéro* /NOM=*nom*

Si le *numéro* et le *nom* sont inconnus, alors une nouvelle définition d'espèce est créée.

Si le *numéro* et le nom sont connus, c'est le nom de l'espèce qui est modifié. Si un seul des deux attributs correspond à une espèce connue, l'attribut inconnu prend une nouvelle valeur pour cette espèce.

La description d'un trait peut être créée ou modifiée avec la commande:

```
TRAIT numéro [/CAPTURE=poids total] -
[/REGION=no de strate] [/ESPECE=code] -
[/NOMBRE=individus] -
[/POIDS_NOMBRE=poids mesuré] -
[/DISTANCE=distance]
```

Si le trait portant ce *numéro* est connu et qu'il contient déjà un échantillon pour l'espèce correspondant à ce *code*, alors la définition de cet échantillon est modifiée. Si le trait est connu mais qu'il ne comporte pas d'échantillon pour l'espèce mentionnée, un nouvel échantillon est ajouté au trait. Sinon, un nouveau trait est créé.

Les paramètres globaux des calculs peuvent être spécifiés par la commande:

```
DEFINIR -
[/TOTAL_TRAITS=nombre de traits] -
[/DISTANCE_TRAITS=distance] -
[/LARGEUR_ENGIN=largeur] -
[/SURFACE_TRAITS=surface] -
[/ALLOCATION_MIN=allocation]
```

Chaque attribut modifie un paramètre global de calcul. De plus la relation reliant les paramètres *distance*, *largeur* et *surface* (*surface* = *distance* × *largeur*) est préservée.

PRODUCTION DES RAPPORTS

Les commandes de production des rapports écrivent sur la sortie *rapport*. La commande RAPPORT définie dans la section Commandes de base permet de rediriger leur sortie.

On peut obtenir la liste des données déjà définies avec la commande:

```
LISTER item, ...
```

où *item* peut prendre la valeur STRATES, REGIONS, ESPECES, TRAITS ou DEFINITIONS. Les lignes de données comportent un signe + ou − en début de ligne pour indiquer si elles sont sélectionnées (+) ou non (−).

La commande:

```
STATISTIQUES [/STRATES] [/REGIONS] -
[/RESUME] -
[/VARIABLES=(variable, ...)]
```

où *variable* peut prendre la valeur NOMBRE ou BIOMASSE. Elle calcule les moyennes et les variances des nombres ou des biomasses selon les régions ou les strates et ce, pour toutes les espèces sélectionnées. Les estimations globales stratifiées et leur écart-type sont aussi calculés ainsi qu'une évaluation de l'efficacité du plan d'échantillonnage.

Pour chaque région ou strate, le tableau indique son poids relatif, le nombre de traits, la moyenne, l'écart-type de la moyenne, la variance et son importance dans l'estimation globale. L'estimation de la moyenne globale stratifiée et de son écart-type, ainsi que l'efficacité relative de la stratification et de l'allocation par rapport à un échantillonnage aléatoire simple tels que donnés par l'équation (4) sont ensuite imprimés. L'importance de la variance d'une région ou d'une strate correspond à la proportion de la variance stratifiée qui lui est attribuable.

L'attribut /RESUME supprime le détail des régions ou des strates pour ne donner que les estimations globales.

La commande:

```
ALLOCATION [/STRATES] [/REGIONS] -
[/TOTAL_TRAITS=entier]
```

où *entier* est le nombre total de traits à allouer, recalcule l'allocation des traits parmi les régions ou les strates qui sont sélectionnées. Cette solution du problème (6) tient compte de l'allocation optimale selon les strates, de la surface de chaque région dans sa strate et des contraintes associées à chaque région.

Le nombre minimum de traits à faire dans une région correspond au maximum du nombre de traits déjà faits, de l'attribut /MIN_TRAITS de la définition de la région et de la définition du paramètre de calcul /ALLOCATION_MIN. Le nombre maximum de traits à faire dans une région est défini par l'attribut /MAX_TRAITS de la définition de la région.

Le tableau résultant indique l'allocation proportionnelle, optimale, minimale et suggérée pour chaque région ou strate. Il indique aussi le nombre de traits déjà effectués et le nombre de traits qui restent à faire dans chaque région ou strate pour rencontrer l'allocation suggérée.

La commande:

TITRE *texte*

permet de changer le titre imprimé en haut des pages des rapports. De la même façon, la commande:

SOUSTITRE *texte*

permet de spécifier un sous-titre.

UTILISATION DES PROGRAMMES

Le programme REGROUPE peut être utilisé avant la campagne pour déterminer les groupes de régions de variabilité similaires et la proportion des traits à allouer à chaque groupe. Les calculs peuvent être faits à partir des données des campagnes précédentes.

La campagne peut aussi être divisée en deux phases. Durant la première phase, toutes les régions sont couvertes mais seulement une variable auxiliaire peu coûteuse à mesurer est recueillie, la densité hydro-acoustique par exemple. S'il existe une forte corrélation entre les abondances qui nous intéressent et cette variable auxiliaire, alors les calculs du programme REGROUPE peuvent être basés sur cette variable. Les données nécessaires au programme REGROUPE devront être retransmises à terre car la version courante de REGROUPE exige plus de puissance de calcul que ce qui est présentement disponible à bord des navires de recherche du MPO.

Cette description d'une campagne menée en deux phases ne doit pas être confondue avec l'échantillonnage en deux phases décrit par Francis (1984, 1991, voir aussi Jolly, 1991). Celui-ci suggère de mesurer la même variable durant la première et la deuxième phase de la campagne et d'utiliser toutes ces données pour estimer l'abondance. L'estimation faite par cette méthode est sévèrement biaisée (Gagnon, 1991).

Les résultats obtenus avec REGROUPE servent à définir les strates qui seront considérées par le programme PARTS. Des contraintes sont ajoutées pour permettre l'atteinte d'objectifs secondaires et tenir compte des limites des ressources disponibles. Une allocation optimale est alors calculée par PARTS en tenant compte des contraintes. Les contraintes initiales peuvent être modifiées en cours d'échantillonnage et l'allocation peut être recalculée.

Notons en particulier qu'il n'est pas nécessaire de modifier explicitement les contraintes pour suréchantillonner dans une région: le nombre de traits déjà effectués est une borne inférieure au nombre de traits à effectuer dans chaque région.

Le programme PARTS, par son utilisation aisée en mer, devrait permettre au chef de mission de tenir compte rapidement des nouvelles contraintes qui surgissent inévitablement au cours des missions de grande envergure.

BIBLIOGRAPHIE

Cochran, W. G. 1977. Sampling techniques. John Wiley & Sons, New York, NY. 428 p.

Francis, R. I. C. C. 1984. An adaptive strategy for stratified random trawl surveys. New Zealand J. of Mar. and Fresh. Res. 18: 59-71.

— 1991. Statistical properties of two-phase surveys: Comment, Can. J. Fish. Aquat. Sci., 48: 1128.

Gagnon, P. 1991. The effects of set to strata allocation adjustments. CAFSAC Res. Doc., No. 00, 9 p.

Gavaris, S. and S. J. Smith. 1987. Effect of allocation and stratification strategies on precision of sur-

vey abundance estimates for Atlantic Cod (*Gadus morhua*) on the eastern Scotian shelf. J. Northw. Atl. Fish. Sci., 7: 137-144.

Halliday R. G. and P. A. Koeller. 1981. A history of canadian groundfish trawling surveys and data usage in ICNAF divisions 4TVWX, p. 27-41. Dans W. G. Doubleday et D. Rivard (éd.). Relevés au chalut de fond. Publ. spéc. can. sci. halieut. aquat. 58.

Jolly, G. M. 1991. Reply to Comment by R. I. C. C. Francis, Can. J. Fish. Aquat. Sci., 48: 1128-1129.

Sukhatme, P. V., B. V. Sukhatme, S. Sukhatme and C. Asok. 1984. Sampling theory of surveys with applications. Iowa State Univ. Press, Ames, Iowa. 526 p.

ANNEXE A – EXEMPLE: UTILISATION DE REGROUPE

Cet exemple est extrait de la préparation de la campagne du Gadus Atlantica dans les divisions de l'OPANO 3Pn, 4R et 4S qui fut menée en janvier 1991. Les données de captures de morues recueillies lors des éditions 1987 à 1990 de cette campagne ont été regroupées pour estimer la variabilité de l'abondance de cette espèce dans chacune des régions à couvrir. Ces données constituent le fichier des observations `OBSERVATIONS_GADUS_87-90.DAT`, chaque ligne contient un numéro de région et une capture:

```
302      0.0000
302      0.0000
302      0.0000
302      0.9722
302      1.9444
302      3.8889
302      5.8333
... et ainsi de suite ...
835     11.6667
835     40.8333
836      0.0000
836      5.8333
836      5.8333
836      7.7778
836     11.6667
```

Les régions sont définies dans le fichier `STRATES.DAT`. Ce fichier peut contenir la description de régions qui ne seront pas couvertes par la campagne, seules les régions pour lesquelles se trouve au moins une observation dans le fichier des observations seront utilisées. Chaque ligne contient un numéro de région et son poids, normalement sa surface:

```
201 1427
202 440
203 480
204 354
... et ainsi de suite ...
832 1155
833 163
834 56
835 568
836 650
```

Avant de lancer le programme REGROUPE sur un ordinateur VAX/VMS, il faut tout d'abord associer les noms logiques `REGIONS` et `OBSERVATIONS` aux fichiers d'entrées et les noms logiques `GROUPES` et `SYS$OUTPUT` aux fichiers de sortie:

```
$ define observations observations_gadus_87-90.dat
$ define regions strates.dat
```

```
$ define groupes groupes_gadus_87-90.dat
$ define/user sys$output groupes_gadus_87-90.lis
$ run [p_gagnon.stratification]regroupe
```

En sortie, SYS$OUTPUT contient un rapport sur les meilleurs groupes de régions:

```
Nombre de regions      :  30
Nombre de groupes      :   6
Seule les groupements de regions de moyennes similaires seront consideres.
Groupements possibles :      118755
Derniere configuration atteinte:        118755

Observations provenant du fichier :
[P_GAGNON.STRATIFICATION.PARTS.GADUS.RESDOC]OBSERVATIONS_GADUS_87-90.DAT;2
Regions definies dans le fichier :
[P_GAGNON.STRATIFICATION.PARTS.GADUS.RESDOC]STRATES.DAT;3

region poids  observations   moyenne    variance    mediane

  833  0.0084        3      0.3241E+00 0.3151E+00 0.0000E+00
  827  0.0485        6      0.2269E+01 0.1084E+02 0.4861E+00
  801  0.0182        5      0.2722E+01 0.1607E+01 0.2917E+01
  823  0.0083        6      0.2755E+01 0.1074E+02 0.1944E+01
  830  0.0288       15      0.3306E+01 0.3774E+02 0.9722E+00
  829  0.0404       17      0.4191E+01 0.2891E+02 0.2917E+01
  822  0.0487       32      0.4345E+01 0.2437E+03 0.0000E+00
  835  0.0292       13      0.5235E+01 0.1239E+03 0.1944E+01
  814  0.0154        6      0.5509E+01 0.4487E+02 0.3889E+01
  836  0.0335        5      0.6222E+01 0.1777E+02 0.5833E+01
  807  0.0356       18      0.9857E+01 0.3531E+03 0.2431E+01
  824  0.0126        2      0.1118E+02 0.2004E+03 0.1118E+02
  812  0.0698       40      0.1383E+02 0.6782E+03 0.5347E+01
  813  0.0594       22      0.1779E+02 0.1037E+04 0.5833E+01
  803  0.1047       61      0.1815E+02 0.4080E+03 0.9722E+01
  819  0.0216       19      0.1914E+02 0.3866E+03 0.1069E+02
  804  0.0374        6      0.1928E+02 0.4739E+03 0.1556E+02
  815  0.0662       38      0.2097E+02 0.5941E+03 0.1313E+02
  808  0.0365       28      0.2257E+02 0.6903E+03 0.1361E+02
  816  0.0755       20      0.2547E+02 0.1366E+04 0.1167E+02
  820  0.0204       17      0.3929E+02 0.3571E+04 0.1556E+02
  809  0.0232       15      0.4423E+02 0.3081E+04 0.3500E+02
  306  0.0367       26      0.6783E+02 0.2089E+05 0.4804E+01
  302  0.0145       14      0.7729E+02 0.2058E+05 0.2285E+02
  821  0.0191       20      0.7972E+02 0.6116E+05 0.3403E+01
  304  0.0073       15      0.8219E+02 0.1108E+05 0.2431E+02
  811  0.0226       21      0.1238E+03 0.3639E+05 0.2917E+02
  303  0.0255       19      0.2091E+03 0.2726E+06 0.4764E+02
  802  0.0295       15      0.3437E+03 0.5834E+06 0.3500E+02
```

```
  810  0.0115       16       0.3975E+03 0.5572E+06 0.8313E+02

La variance de la moyenne stratifiee est : 0.3500E+02


                    Meilleurs groupements

no  variance  groupement
              00000000000000000000000000000000
              88888888888888888888833838388
              32023223130211010101200020100 1
              37130925467423394586095214 1320
 1 0.9737E+01 11111111112222222223344555566
 2 0.9748E+01 111111111111222222223344555566
 3 0.9783E+01 11111111111222222223344555566
 4 0.9818E+01 1111111111222222222233444 4566
 5 0.9829E+01 11111111111122222222334 44566
 6 0.9840E+01 11111122222222222222334455566
 7 0.9850E+01 11111122222233333333444455566
 8 0.9853E+01 11122222222233333333444455566
 9 0.9856E+01 11112222222233333333444455566
10 0.9859E+01 11111111122222222222334455566


                    Description du meilleur groupement

                     allocation
groupe  variance  totale  par unite membre(s)

    1  0.9898E+02 0.0384 0.7064E-05 833 827 801 823 830 829 822 835 814 836
    2  0.6278E+03 0.1794 0.1779E-04 807 824 812 813 803 819 804 815 808 816
    3  0.3247E+04 0.0343 0.4046E-04 820 809
    4  0.2027E+05 0.1005 0.1011E-03 305 302
    5  0.9670E+05 0.3195 0.2208E-03 821 304 811 303
    6  0.5516E+06 0.3280 0.5273E-03 802 810
Les nouvelles strates sont decrites dans le fichier :
[P_GAGNON.STRATIFICATION.PARTS.GADUS.RESDOC]GROUPES_GADUS_87-90.DAT;2
```

Le tableau central intitulé **Meilleurs groupements** contient la description des 10 meilleurs regroupements de régions. Les numéros de régions sont inscrits verticalement (ici, dans l'ordre: 833, 827, 801...) et le corps du tableau est constitué par les numéros de strates. La section intitulée **Description du meilleur groupement** contient une description plus détaillée du premier regroupement du tableau précédent. Pour chaque groupe ou strate, le tableau fourni la variance totale des traits, l'allocation totale, l'allocation par unité de poids et la liste des régions membres. L'allocation par unité de poids est proportionnelle à l'allocation par unité de surface, elle est donc utile pour comparer les taux d'échantillonnage des différentes

strates et régions.

Le meilleur regroupement est aussi décrit dans le fichier de donnés associé au nom logique GROUPES. Les colonnes contiennent le numéro de région, le numéro de la strate dont la région fait partie, l'allocation totale pour la strate, le poids relatif de la strate et le poids absolu de la strate dans les mêmes unités que les poids fournis dans le fichier de définition des régions.

```
833  1 0.0384 0.27951  5429.0000
827  1 0.0384 0.27951  5429.0000
801  1 0.0384 0.27951  5429.0000
823  1 0.0384 0.27951  5429.0000
830  1 0.0384 0.27951  5429.0000
829  1 0.0384 0.27951  5429.0000
822  1 0.0384 0.27951  5429.0000
835  1 0.0384 0.27951  5429.0000
814  1 0.0384 0.27951  5429.0000
836  1 0.0384 0.27951  5429.0000
807  2 0.1794 0.51918 10084.0010
824  2 0.1794 0.51918 10084.0010
812  2 0.1794 0.51918 10084.0010
813  2 0.1794 0.51918 10084.0010
803  2 0.1794 0.51918 10084.0010
819  2 0.1794 0.51918 10084.0010
804  2 0.1794 0.51918 10084.0010
815  2 0.1794 0.51918 10084.0010
808  2 0.1794 0.51918 10084.0010
816  2 0.1794 0.51918 10084.0010
820  3 0.0343 0.04361   847.0001
809  3 0.0343 0.04361   847.0001
305  4 0.1005 0.05118   994.0000
302  4 0.1005 0.05118   994.0000
821  5 0.3195 0.07450  1447.0001
304  5 0.3195 0.07450  1447.0001
811  5 0.3195 0.07450  1447.0001
303  5 0.3195 0.07450  1447.0001
802  6 0.3280 0.03202   622.0000
810  6 0.3280 0.03202   622.0000
```

ANNEXE B – EXEMPLE: UTILISATION DE PARTS

Cet exemple fait suite à celui de l'Annexe A. Il illustre l'utilisation du programme PARTS qui a été faite avant et pendant la campagne du Gadus Atlantica dans les divisions de l'OPANO 3Pn, 4R et 4S en janvier 1991. Les fichiers de définitions utilisés étaient:

Le fichier GA91_ESP.DEF

```
* Ce fichier de definition des especes a ete cree par PARTS, version 1.1.
```

```
* Chaque ligne defini les caracteristiques d'une espece.
* code nom tailleDesGroupements facteurAge exposant
438 MORUE 1    0.000    0.000
```

Le fichier GA91_DEF.DEF

```
* Ce fichier des definitions globales a ete cree par PARTS, version 1.1.
* Ce fichier ne doit comporter qu'une ligne de donnees.
* distance_trait largeur_engin surface_trait total_traits allocation_min
3.240 0.01340 0.04342 170 3
```

Le fichier GA91_REG.DEF

```
* Ce fichier de definition de regions a ete cree par PARTS, version 1.1.
* Chaque ligne defini les caracteristiques d'une region.
* numero surface strate traits_max traits_min
302 963.49 4 9999 0
303 1700.68 5 9999 0
304 483.46 5 9999 0
305 2444.73 4 9999 0
801 1213.79 1 9999 0
802 1368.09 6 9999 0
803 6974.17 2 9999 0
804 2489.30 2 9999 0
807 2369.30 2 9999 0
808 2427.58 2 9999 0
809 1546.39 3 9999 0
810 764.62 6 9999 0
811 1505.24 5 9999 0
812 4646.01 2 9999 0
813 3956.83 2 9999 0
814 1028.64 1 9999 0
815 4406.00 2 9999 0
816 5030.04 2 9999 0
819 1440.09 2 9999 0
820 1357.80 3 9999 0
821 1272.08 5 9999 0
822 3243.64 1 9999 0
823 555.46 1 9999 0
824 836.63 2 9999 0
827 3229.92 1 9999 0
829 2691.60 1 9999 0
830 1916.69 1 9999 0
833 558.89 1 9999 0
```

Le fichier GA91_STR.DEF

```
* Ce fichier de definition de strates a ete cree par PARTS, version 1.1.
* Chaque ligne defini les caracteristiques d'une strate.
* numero allocation
1 0.03840
2 0.17940
3 0.03430
4 0.10050
5 0.31950
6 0.32800
```

Voici la transcription d'une session interactive avec le programme PARTS sur un ordinateur VAX. Les lignes qui suivent l'incitation PARTS> sont entrées par l'utilisateur.

```
$ parts
Ceci est PARTS, version 1.1 pour Digital VAX sous VMS (septembre 1990).
Faire AIDE pour obtenir la liste des commandes.
PARTS> aide

Liste des commandes disponibles :

AIDE, AJOUTER, ALLOCATION, DEFINIR, ECRIRE, ENCHAINER, ENLEVER, ESPECE, EXIT,
INCLURE, JOURNAL, LIRE, LISTER, MESSAGE, QUITTER, RAPPORT, REGION, SELECTIONNER
, SOUSTITRE, STATISTIQUE, STRATE, TITRE, TRAIT, VERSION

Faire "AIDE commande" pour une description de commande.

PARTS> aide lire

Commande LIRE
 Lire un fichier de donnees.
 Parametre numero 1 (TYPE) : mot-cle -REQUIS-.
  Les mots-cles sont : REGIONS, STRATES, TRAITS, ESPECES, DEFINITIONS.
 Parametre numero 2 (FICHIER) : nom de fichier -REQUIS-.
 Aucun attribut.

PARTS> ! Commander la lecture des fichiers de definitions
PARTS> lire esp ga91_esp.def
4 lignes lues dans le fichier GA91_ESP.DEF.
PARTS> lir def ga91_def.def
4 lignes lues dans le fichier GA91_DEF.DEF.
PARTS> lir str ga91_str.def
9 lignes lues dans le fichier GA91_STR.DEF.
PARTS> lir reg ga91_reg.def
31 lignes lues dans le fichier GA91_REG.DEF.
PARTS> ai liste
```

```
Commande LISTER
 Lister les definitions dans le rapport.
 Parametre numero 1 (QUOI) : liste de mots-cles.
  Les mots-cles sont : REGIONS, STRATES, TRAITS (defaut), ESPECES, DEFINITIONS.
 Aucun attribut.

PARTS> ! Obtenir une liste des definitions globales
PARTS> lis def
                              PARTS, version 1.1

Liste des definitions globales.


Nombre total de traits a faire : 170

Nombre minimum de traits a faire dans chaque region : 3

Distance d'un trait standard : 3.240

Largeur de l'engin de peche : 0.01340

Surface d'un trait standard : 0.04342


Note : Les unites de largeur de l'engin de peche, de distance et de surface
       du trait standard doivent etre les memes.  Elles doivent aussi etre
       les memes que les unites de surface des definitions de regions et les
       unites de distance des descriptions de traits.

PARTS> ! Obtenir une allocation optimale des traits dans les strates
PARTS> allo/str

                              PARTS, version 1.1

Nombre de traits a faire : 170.
Nombre de strates a couvrir : 6.

  No   nombre                a l l o c a t i o n                traits
strate traits  proportionnelle optimale minimum suggeree  a faire
   1      0          39           7        24       24        24
   2      0          94          30        30       30        30
   3      0           8           6         6        6         6
   4      0          10          17         6       15        15
   5      0          13          54        12       47        47
   6      0           6          56         6       48        48

PARTS> ! Obtenir une repartition de cette allocation optimale dans les
PARTS> ! regions.  C'est a partir de cette allocation que sera fait le tirage
```

```
PARTS> ! au sort des stations pour chaque region.
PARTS> allo/reg

                              PARTS, version 1.1

Nombre de traits a faire : 170.
Nombre de regions a couvrir : 28.
```

No region	No strate	traits a date	allocation proportionnelle	allocation optimale	allocation minimum	allocation suggeree	traits a faire
801	1	0	3	1	3	3	3
814	1	0	3	0	3	3	3
822	1	0	9	2	3	3	3
823	1	0	1	0	3	3	3
827	1	0	9	1	3	3	3
829	1	0	8	2	3	3	3
830	1	0	5	1	3	3	3
833	1	0	1	0	3	3	3
803	2	0	19	6	3	3	3
804	2	0	7	2	3	3	3
807	2	0	7	2	3	3	3
808	2	0	6	2	3	3	3
812	2	0	13	4	3	3	3
813	2	0	11	4	3	3	3
815	2	0	12	4	3	3	3
816	2	0	13	4	3	3	3
819	2	0	4	1	3	3	3
824	2	0	2	1	3	3	3
809	3	0	5	3	3	3	3
820	3	0	3	3	3	3	3
302	4	0	3	5	3	4	4
305	4	0	7	12	3	11	11
303	5	0	4	19	3	16	16
304	5	0	2	5	3	5	5
811	5	0	4	16	3	14	14
821	5	0	3	14	3	12	12
802	6	0	4	36	3	31	31
810	6	0	2	20	3	17	17

```
PARTS> exit
$
```

En cours de mission, le programme PARTS permet l'analyse sommaire des captures. Ici on utilise un fichier d'intialisation pour faire lire les définitions:

```
$ parts ga91.ini
Ceci est PARTS, version 1.1 pour IBM PC sous MS-DOS (septembre 1990).
Faire AIDE pour obtenir la liste des commandes.
```

```
4 lignes lues dans le fichier GA91_ESP.DEF.
9 lignes lues dans le fichier GA91_STR.DEF.
31 lignes lues dans le fichier GA91_REG.DEF.
4 lignes lues dans le fichier GA91_DEF.DEF.
PARTS> ! Lire les definitions de traits faits a date
PARTS> lire tra ga91_tra.dat
112 lignes lues dans le fichier GA91_TRA.DAT.
PARTS> ! Produire le tableau des statistiques
PARTS> stat/reg

                                PARTS, version 1.1

Statistiques par regions pour l'espece MORUE sur la variable BIOMASSE.

  No      poids    nombre     moyenne    ecart-type variance importance
region  relatif   traits      region      moyenne    region    variance
 302    0.01544      3          4.0         2.0        11.8    0.0000
 303    0.02725     15         11.9         5.7       485.8    0.0000
 304    0.00775      4         83.9        40.5      6558.3    0.0001
 305    0.03917     14       1142.7       556.6   4338694.5    0.4425
 801    0.01945      1          8.0           -           -         -
 802    0.02192     23       1914.3      1112.0  28459320.0    0.5530
 803    0.11173      3         31.0        19.3      1112.9    0.0043
(804)   0.03988      0            -           -           -         -
 807    0.03796      1          0.6           -           -         -
 808    0.03889      1          4.2           -           -         -
 809    0.02477      4         14.6         8.0       253.0    0.0000
 810    0.01225      8          8.0         2.2        39.0    0.0000
 811    0.02411      8          9.1         2.5        48.9    0.0000
 812    0.07443      3          4.6         0.6         1.2    0.0000
 813    0.06339      2          0.4         0.1         0.0    0.0000
 814    0.01648      3          8.4         4.1        50.8    0.0000
(815)   0.07059      0            -           -           -         -
(816)   0.08058      0            -           -           -         -
 819    0.02307      1         14.2           -           -         -
 820    0.02175      3          2.2         1.4         6.3    0.0000
 821    0.02038      7          0.5         0.2         0.2    0.0000
 822    0.05196      3          0.5         0.5         0.6    0.0000
(823)   0.00890      0            -           -           -         -
(824)   0.01340      0            -           -           -         -
 827    0.05174      2          1.1         0.5         0.6    0.0000
(829)   0.04312      0            -           -           -         -
(830)   0.03071      0            -           -           -         -
(833)   0.00895      0            -           -           -         -

20/28 regions, 109/109 traits.
moyenne stratifiee : 132.4, avec ecart-type : 56.1
estimation totale : 190354304.0, avec ecart-type : 80603168.0
```

```
Relativement a un echantillonnage aleatoire simple equivalent
 - l'efficacite supplementaire due a la stratification est de 9.10%
 - l'efficacite supplementaire due a l'allocation est de 68.80%.
PARTS> exit
```

Ce tableau permet de constater que presque toute la variance est due aux régions 305 et 802. Le chef de mission est fortement déconseillé de modifier son plan d'échantillonnage en cours de mission à cause de tels résultats. L'ajustement des taux d'échantillonnages en cours de mission en fonction des variances observées introduit un biais négatif important dans les estimations d'abondance. En règle générale, le chef de mission ne doit changer le plan d'échantillonnage que pour des raisons indépendantes des résultats de l'échantillonnage.